

300-mal fester als Stahl, es leitet den elektrischen Strom besser als Kupfer und ist nahezu transparent. Damit könnte Graphen zahlreiche Anwendungen ermöglichen, z. B. flexible Elektronik, verbesserte Batterien oder schnelle elektronische und optische Bauteile. „Ziel unseres Projekts ist es, den Übergang vom Labor in die Fertigung hinzukriegen“, erläutert Daniel Neumaier von der AMO GmbH in Aachen, der den Bereich „Hochfrequenz-elektronik“ innerhalb des Projektes leitet. In seinem Arbeitspaket – eines von elf – geht es darum, die grundlegende Prozesstechnologie für Graphen zu entwickeln. „Das Schöne an Graphen ist, dass es zweidimensional ist und wir im Wesentlichen die Technologie von Silizium übernehmen können“, sagt Neumaier, schränkt aber ein, dass man bei Graphen einige wichtige Besonderheiten beachten müsse. Insbesondere die Kontamination der Oberfläche ist ein Problem, das sich bei Silizium nicht stellt, weil man dort die betroffenen drei oder vier Atomlagen einfach ab-

tragen kann. 126 akademische und industrielle Forschungsgruppen in 17 europäischen Ländern arbeiten an dieser Initiative mit, weitere Gruppen haben bereits ihr Interesse signalisiert, sich ebenfalls zu beteiligen. Auch hier sind deutsche Wissenschaftler maßgeblich beteiligt, nämlich von der RWTH Aachen, den Universitäten Erlangen-Nürnberg, Chemnitz, Dresden, Freiburg, Hamburg und Regensburg, von der TU Hamburg-Harburg, von der Max-Planck-Gesellschaft sowie von den Firmen AMO und Alcatel-Lucent. Die Arbeitspakete mit jeweils 5 bis 15 verschiedenen Partnern erleichtern die Koordination innerhalb des riesigen Projekts. Daniel Neumaier erhofft sich, dass es in den nächsten zehn Jahren gelingt, die ersten Anwendungen umzusetzen. „Der Heilige Gral für Physiker besteht darin, Silizium zu ersetzen“, meint er. „Uns geht es aber eher darum, Silizium zu ergänzen.“

Noch im Januar haben die Verhandlungen der Projektverantwortlichen mit der EU begonnen, um die Verträge für die 30-monatige

Anlaufphase und das genaue Forschungsprogramm auszuhandeln. Vermutlich im September könnten beide Projekte mit der konkreten Arbeit loslegen, wenn die Rahmenbedingungen geklärt sind. Die Erwartungen an das Human Brain Project und Graphene Flagship dürften angesichts der enormen Fördersumme und der langen Laufzeit von zehn Jahren entsprechend hoch sein. Aber Neelie Kroes ist sich sicher, dass sich beide Projekte auszahlen werden und appelliert an die EU-Mitgliedsstaaten, das Richtige für Europas Zukunft zu tun, wenn sie über den Haushalt für 2014 bis 2020 und damit die für „Horizon 2020“ vorgeschlagenen 80 Milliarden Euro zu entscheiden haben. „Heute geht es darum, neue Produkte zu finden, neue Lösungen und neue Möglichkeiten, von denen jeder Europäer profitiert. Daher gibt es heute nicht nur zwei Gewinner, sondern 500 Millionen Gewinner“, ist Kroes überzeugt.

Maika Pfalz

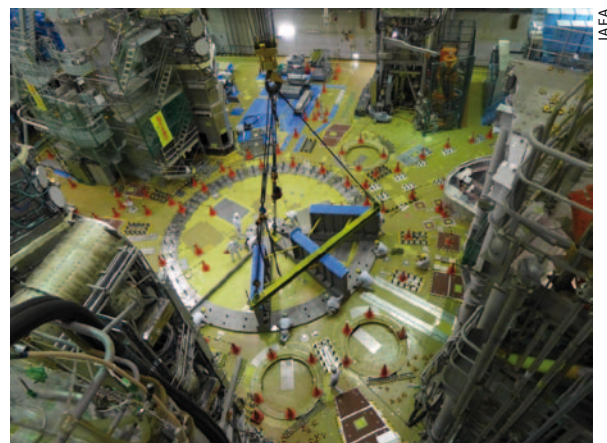
■ Fahrplan für Fusionsstrom

Eine europäische Roadmap zeigt, dass auf dem Weg von ITER zu einem Fusionskraftwerk noch einige Hürden zu überwinden sind.

Vierzig Jahre soll es noch dauern, bis ein Fusionskraftwerk elektrischen Strom in das Netz einspeist. Böse Zungen behaupten, diese Aussage gelte unabhängig davon, wann sie geäußert wird, und führen als ein Beleg von vielen die enormen Verzögerungen des Fusionsexperiments ITER an, das derzeit im südfranzösischen Cadarache entsteht. In einer Roadmap diskutiert die europäische Dachorganisation für Fusionsforschung EFDA nun die notwendigen Schritte, damit bis 2050 Fusionskraftwerke tatsächlich Realität werden.⁴⁾ Im Auftrag der Europäischen Kommission haben die europäischen Fusionsforscher darin analysiert, welche bekannten Hürden noch zu überwinden sind und wo neue Probleme auftauchen könnten. „Das Ziel ist ambitioniert,

aber bei ausreichender Finanzierung machbar“, sagt dazu Hartmut Zohm, Direktor am Max-Planck-Institut für Plasmaphysik in Garching und einer der Autoren der Roadmap.

ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) kommt innerhalb der Roadmap eine besondere Rolle zu, ist es doch das Ziel dieses Großgeräts, erstmals ein Plasma zu erzeugen, das 500 MW Energie liefert und damit zehn Mal mehr als für die Heizung notwendig ist. Inzwischen läuft der Bau nach Plan: Anfang Januar wurde in Cadarache das Bürogebäude offiziell eingeweiht, und im Dezember wurden Aufträge im Wert von 300 Millionen Euro für den Bau eines Komplexes unterzeichnet, der den eigentlichen Reaktor und



Der Aufbau des japanischen Fusionsexperiments JT-60SA hat im Februar begonnen.

die Peripherie dazu beherbergen wird. Falls es zu keinen weiteren Verzögerungen kommt, könnten die Experimente 2020 beginnen. Da eine große Maschine wie ITER relativ unflexibel ist, spielen kleine-

+) www.efda.org;
<http://bit.ly/YhHYVf>



Das neue ITER-Verwaltungsgebäude mit seiner markanten wellenförmigen Front

wurde im Januar eingeweiht.

re Fusionsexperimente, an denen sich vergleichsweise einfach und schnell neue Ideen ausprobieren lassen, ebenfalls eine wichtige Rolle. Dazu zählt insbesondere das japanische Experiment JT-60SA, dessen Aufbau im Februar begonnen hat. Dieses Experiment ist Teil eines Abkommens von 2007, in dem sich die EU und Japan darauf geeinigt haben, dass Japan als „Kompensation“ für den europäischen ITER-Standort andere fusionsrelevante Forschungsanlagen erhält.

Nach ITER sieht die Roadmap einen Demonstrationsreaktor DEMO vor, der erstmals Strom ins Netz einspeisen soll. Angesichts des Ziels eines kommerziellen Kraftwerks bis 2050 müsste der Bau von DEMO in den frühen 2030er-Jahren beginnen, direkt nachdem ITER laut Plan ein energielieferndes Plasma erzeugt haben soll. Zu diesem knappen Zeitplan kommen noch einige, in der Roadmap identifizierte Hürden. Dazu zählen die Entwicklung von Materialien, die dem enormen Neutronenfluss widerstehen, sowie offenen Fragen hinsichtlich des „Treibstoffs“ Tritium, den die Kraftwerke aus Lithium erbrüten sollen. Die größte Unsicherheit ist aber mit der Wärmeabfuhr über den „Divertor“ verbunden. Diese Komponente hat die Aufgabe, Verunreinigungen und die Fusionsasche (Helium-4) aus dem Plasma zu entfernen. Von Magnetfeldern gelenkt, prallen die Teilchen auf gekühlte Metallplatten, wodurch ein Fünftel der Plasma-

leistung räumlich stark lokalisiert auf den Divertor gelangt – dies entspricht bei ITER einem Fluss von 10 Megawatt pro Quadratmeter. DEMO wird zwar voraussichtlich nicht viel größer sein als ITER, seine Heizleistung wird aber einen Faktor vier bis fünf darüber liegen. Alle Szenarien, um die Belastung des Divertors dennoch im Rahmen zu halten, erfordern sehr starke Extrapolationen der Plasmaphysik, und niemand weiß, ob diese in der Praxis funktionieren. „Dieses Problem ist nicht neu, aber wir haben es erstmals in dieser Deutlichkeit dokumentiert und Strategien dazu entwickelt“, erklärt Zohm. So gibt es bereits erste Ideen zur Abhilfe wie die Verwendung von flüssigen Me-

tallen oder eine magnetische Konfiguration mit mehreren Divertoren.

Während ITER ein weltweit einmaliges Experiment ist, das in internationaler Kooperation entsteht, deutet einiges darauf hin, dass dies bei DEMO nicht der Fall sein wird. So arbeitet Korea bereits an einem vorläufigen Konzept für K-DEMO, der bereits 2037 in Betrieb gehen soll – zunächst im Wesentlichen als Testeinrichtung für Komponenten, bevor genügend Ergebnisse aus dem ITER-Betrieb mit Deuterium/Tritium vorliegen, der 2027 beginnen soll. Noch weiter geht China, das bereits am Entwurf eines Fusionsexperiments arbeitet, das zwischen ITER und DEMO angesiedelt ist. Die Idee ist dabei, mit diesem Chinese Fusion Engineering Testing Reactor (CFETR) bereits parallel zu ITER offene Technologiefragen zu untersuchen. „Es scheint, als verfolgten die Chinesen eine Strategie wie beim Manhattan- oder Apollo-Projekt“, sagt Zohm. Bei diesen Projekten wurden auch die verschiedensten Ansätze parallel verfolgt, um sicherzustellen, dass ein Ziel schnellstmöglich erreicht wird. Insofern ist nicht ausgeschlossen, dass 2050 tatsächlich ein Fusionskraftwerk Strom ins Netz einspeist. Eine ganz andere Frage ist aber, ob dies in Europa der Fall sein wird.

Stefan Jorda

KURZGEFASST

■ Finanzströme der Forschung

Das Büro der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz (GWK) hat die Finanzströme im Jahr 2011 zwischen Bund und Ländern sowie unter den Ländern in der gemeinsamen Forschungsförderung analysiert.⁵⁾ Von den fast 8 Milliarden Euro stammen über zwei Drittel vom Bund, knapp ein Drittel trugen die Länder. 2,3 Milliarden Euro erhielt die Helmholtz-Gemeinschaft, über 1,9 Milliarden gingen an die DFG. Die Max-Planck-Gesellschaft bekam knapp 1,3 Milliarden, die Leibniz-Gemeinschaft über 0,9 Milliarden sowie die Fraunhofer-Gesellschaft über 0,5 Milliarden Euro.

■ Gebündelte Windenergie-Forschung

Ende Januar wurde in Berlin der Kooperationsvertrag für den Forschungsverbund Windenergie unterzeichnet, in

dem über 600 Forscherinnen und Forscher zusammenarbeiten. Partner sind das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), das ForWind-Zentrum für Windenergieforschung der Universitäten Oldenburg, Hannover und Bremen und das Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES).

■ Königin der Superrechner

Am 14. Februar wurde im Forschungszentrum Jülich der neue Spitzenrechner JUQUEEN eingeweiht. Er ist derzeit der schnellste Supercomputer Europas und hat eine maximale Rechenleistung von 5,9 Petaflops, also rund 6 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde. Das BlueGene/Q-System von IBM eröffnet Forschern, insbesondere in den Neurowissenschaften, neue Möglichkeiten für aufwändige Simulationen.

5) Die Publikation „Gemeinsame Forschungsförderung des Bundes und der Länder – Finanzströme im Jahre 2011“ ist online unter www.gwk-bonn.de/fileadmin/Papers/GWK-Heft-30-Finanzstroeme2011.pdf abrufbar.